



⑯ Aktenzeichen: 198 34 763.4  
⑯ Anmeldetag: 1. 8. 1998  
⑯ Offenlegungstag: 3. 2. 2000

⑯ Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE  
⑯ Vertreter:  
Dreiss, Fuhlendorf, Steinle & Becker, 70188 Stuttgart

⑯ Erfinder:  
Potschin, Roger, 74336 Brackenheim, DE;  
Gottschling, Juergen, 71686 Remseck, DE; Parche,  
Marcus, Dr., 70376 Stuttgart, DE; Dittus, Bernd,  
71732 Tamm, DE; Boecking, Friedrich, 70499  
Stuttgart, DE; Erdogan, Arif, Bursa, TR

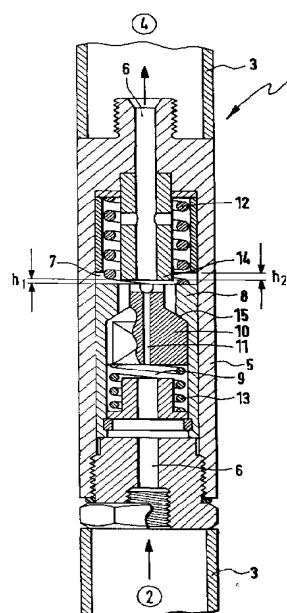
⑯ Entgegenhaltungen:  
DE 38 33 664 A1  
DE 25 09 068 A1  
DE-OS 15 26 637  
GB 7 28 697

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑯ Pumpe-Leitung-Düse-System

⑯ Die Erfindung betrifft eine Pumpe-Leitung-Düse-Vorrichtung zur Kraftstoffzufuhr in einem Verbrennungsraum einer direkteinspritzenden Verbrennungskraftmaschine mit einer Pumpeneinheit (2) zum Aufbau eines Einspritzdrucks und zum Einspritzen des Kraftstoffs in den Verbrennungsraum mittels einer mit der Pumpeneinheit (2) über eine Hochdruckleitung (3) verbundenen Einspritzdüse (4). Um bei einer derartigen Pumpe-Leitung-Düse-Vorrichtung mit möglichst einfachen Mitteln eine Voreinspritzung, insbesondere eine Boot-Injection, zu ermöglichen, wird vorgeschlagen, dass in der Hochdruckleitung (3) zwischen der Pumpeneinheit (2) und der Einspritzdüse (4) Mittel angeordnet sind, die vor der eigentlichen Haupteinspritzung das Einspritzen einer geringen Menge Kraftstoff ermöglichen.



## Beschreibung

## Stand der Technik

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Pumpe-Leitung-Düse-Vorrichtung zur Kraftstoffzufuhr in einen Verbrennungsraum einer direkteinspritzenden Verbrennungskraftmaschine mit einer Pumpeneinheit zum Aufbau eines Einspritzdrucks und zum Einspritzen des Kraftstoffs in den Verbrennungsraum mittels einer mit der Pumpeneinheit über eine Hochdruckleitung verbundenen Einspritzdüse.

Derartige Pumpe-Leitung-Düse (PLD)-Einspritzsysteme sind aus dem Stand der Technik bekannt. Das PLD-System ist ein modular aufgebautes, zeitgesteuertes Einzelpumpen-Einspritzsystem. Jeder Motorzylinder wird von einem eigenen PLD-System versorgt. Die Einspritzdüse wird mittels eines Düsenhalters in den Zylinderkopf eingebaut. Die Pumpeneinheit wird entweder direkt über Stoßel oder indirekt über Kipphobel von der Motor-Nockenwelle angetrieben. Die Hochdruckleitung zwischen Pumpeneinheit und Einspritzdüse gibt einen konstruktiven Freiraum für die Anordnung der Nockenwelle im Motorblock oder Zylinderkopf. Jede Pumpeneinheit weist eine elektrisch angesteuerte Steuereinheit auf, die üblicherweise als Magnetventil ausgebildet ist. Das Magnetventil steuert kraftfeldabhängig exakt den Einspritzbeginn und die Einspritzmenge.

Der zeitliche Verlauf der Einspritzmenge an Kraftstoff, die während eines Einspritzvorgangs in den Verbrennungsraum eingespritzt wird, hat einen nahezu rechteckigen Verlauf. Vor dem Einspritzvorgang wird kein Kraftstoff in den Verbrennungsraum eingespritzt. Zu Beginn des Einspritzvorgangs steigt die Einspritzmenge steil an. Vom Anfang des Einspritzvorgangs bis zum Ende des Einspritzvorgangs wird eine nahezu konstante Menge Kraftstoff in den Verbrennungsraum eingespritzt. Nach dem Einspritzvorgang wird wieder kein Kraftstoff in den Verbrennungsraum eingespritzt, der Verlauf der Einspritzmenge fällt steil ab und hat wieder den Wert Null.

Der zeitliche Verlauf des Drucks im Verbrennungsraum während eines Einspritzvorgangs weist einen in etwa sinusförmigen Verlauf auf. Der Druckverlauf steigt bereits vor dem Einspritzvorgang von Null langsam an, erreicht während des Einspritzvorgangs seinen größten Wert und fällt nach dem Einspritzvorgang wieder auf den Wert Null ab. Aufgrund des abrupten Anstiegs der Einspritzmenge zu Beginn eines Einspritzvorgangs, was einen starken Druckabfall zur Folge hat, und der anschließenden Kompensation dieses Druckabfalls, weist der sinusförmige Druckverlauf, insbesondere zu Beginn des Einspritzvorgangs, zahlreiche Druckspitzen auf. Diese Druckspitzen erzeugen in nachteilhafter Weise ein starkes Verbrennungsgeräusch.

Um diese Druckspitzen zu reduzieren, ist es aus dem Stand der Technik bekannt, vor dem eigentlichen Einspritzvorgang eine geringe Kraftstoffmenge in den Verbrennungsraum einzuspritzen. Durch das Steuern von Zeitpunkt und Kraftstoffmenge der Voreinspritzung kann das Verhalten von direkteinspritzenden Verbrennungskraftmaschinen, insbesondere bezüglich einer Reduzierung des Geräusch- und Abgasniveaus, in vorteilhafter Weise beeinflußt werden. Das Steuern der Voreinspritzung erfolgt nach dem Stand der Technik durch die elektrische Steuereinheit, die dafür entsprechend ausgebildet sein muß.

Der Zeitpunkt der Voreinspritzung kann so gewählt werden, daß die Voreinspritzung unmittelbar vor dem Einspritzvorgang erfolgt und die voreingespritzte Kraftstoffmenge ein Teil der Kraftstoffmenge ist, die während des eigentlichen Einspritzvorgangs eingespritzt wird. Durch eine derartige Voreinspritzung bleibt die Einspritzmenge des eigentli-

chen Einspritzvorgangs konstant. Der Verlauf der Einspritzmenge steigt zu Beginn des Einspritzvorgangs aber nicht mehr abrupt, sondern zweistufig an, nämlich zunächst auf den Wert der Voreinspritzung und dann erst auf den Wert des

5 eigentlichen Einspritzvorgangs. Der Verlauf der Einspritzmenge weist nunmehr einen stiefelförmigen Verlauf auf, weshalb bei einer derartigen Voreinspritzung auch von einer "Boot-Injection" gesprochen wird. Aufgrund des zweistufigen Anstiegs der Einspritzmenge können die Druckspitzen 10 zu Beginn des Einspritzvorgangs entscheidend reduziert werden.

Bei dem Stand der Technik hat es sich als nachteilig erwiesen, daß eine Voreinspritzung nur bei solchen Verbrennungskraftmaschinen mit PLD-System möglich ist, deren Steuereinheit entsprechend ausgebildet ist. Um eine ältere, bereits im Einsatz befindliche Verbrennungskraftmaschine mit PLD-System, die nicht die Möglichkeit einer Voreinspritzung bietet, so umzurüsten, daß eine Voreinspritzung möglich ist, muß nach dem Stand der Technik die gesamte 15 alte Steuereinheit gegen eine neue Steuereinheit, die eine entsprechende Ansteuerung der Pumpeneinheit ermöglicht, ausgetauscht werden. Ein solcher Austausch ist jedoch sehr zeit- und kostenaufwendig und wird deshalb in der Praxis kaum durchgeführt.

25 Aus den vorgenannten Nachteilen des Standes der Technik ergibt sich die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine pumpe-Leitung-Düse-Vorrichtung der eingangs genannten Art dahingehend weiterzubilden, daß mit möglichst einfachen Mitteln eine Voreinspritzung, insbesondere eine Boot-Injection, ermöglicht wird.

Zur Lösung dieser Aufgabe schlägt die Erfindung ausgehend von der Pumpe-Leitung-Düse-Vorrichtung der eingangs genannten Art vor, daß in der Hochdruckleitung zwischen der Pumpeneinheit und der Einspritzdüse Mittel angeordnet sind, die vor der eigentlichen Haupteespritzung das 30 Einspritzen einer geringen Menge Kraftstoff ermöglichen.

Solche Mittel können ohne großen Zeitaufwand auch nachträglich in der Hochdruckleitung von PLD-Systemen angeordnet werden. Es bedarf keiner Erweiterung der Steuereinheit oder gar eines Austauschs der gesamten Steuereinheit. Vielmehr können sämtliche Komponenten (Pumpeneinheit, Hochdruckleitung, Einspritzdüse) eines herkömmlichen PLD-Systems weiterhin verwendet werden; sie werden lediglich ergänzt durch die Mittel, die eine Voreinspritzung 35 ermöglichen.

Die erfindungsgemäße PLD-Vorrichtung bietet in vorteilhafter Weise unter Verwendung von Komponenten herkömmlicher PLD-Systeme, die Möglichkeit einer Voreinspritzung, insbesondere einer Boot-Injection.

40 Die Mittel, die eine Voreinspritzung ermöglichen, sind vorzugsweise als eine hydraulisch-mechanische Vorrichtung ausgebildet. Das hat den Vorteil, daß es zum Ansteuern der Mittel keines zusätzlichen elektronischen Steuergeräts bedarf. Die Mittel werden vielmehr von dem durch die Hochdruckleitung fließenden Kraftstoff unmittelbar angesteuert. Eine hydraulisch-mechanische Vorrichtung ist besonders robust und arbeitet sicher und zuverlässig. Sie eignet sich deshalb insbesondere für den Einsatz in PLD-Systemen von Nutzkraftwagen.

45 Vorteilhafterweise steigt beim Aufbau eines Einspritzdrucks in der Hochdruckleitung vor der hydraulisch-mechanischen Vorrichtung die Durchflußmenge des Kraftstoffs durch die Vorrichtung zweistufig an. Durch den zweistufigen Anstieg wird ein zu abrupter Anstieg der Einspritzmenge verhindert, wodurch die Spitzen des Druckverlaufs entscheidend reduziert werden können. Grundsätzlich ist auch ein Anstieg der Durchflußmenge in mehr als zwei Stufen denkbar. Dadurch kann ein noch sanfterer Anstieg der

Einspritzmenge und ein Druckverlauf mit noch weniger Druckspitzen erreicht werden.

Vorzugsweise weist die hydraulisch-mechanische Vorrichtung eine Drosselbohrung auf, durch die der Kraftstoff in einer ersten Stufe bei einem niedrigen Einspritzdruck strömt. Parallel zu der Drosselbohrung ist ein Ventil in der hydraulisch-mechanischen Vorrichtung angeordnet. In einer zweiten Stufe strömt der Kraftstoff bei einem hohen Einspritzdruck durch die Drosselbohrung und durch das geöffnete Ventil. Dadurch wird auf einfache Weise ein zweistufiger Anstieg der Durchflussmenge erzielt.

Vorteilhafterweise baut sich der Einspritzdruck nach der eigentlichen Haupteinspritzung über die Drosselbohrung und das geöffnete Ventil der hydraulisch-mechanischen Vorrichtung ab. Das hat den Vorteil, daß der Einspritzdruck nach dem Schließen der hydraulisch-mechanischen Vorrichtung rasch abgebaut werden kann.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung wird vorgeschlagen, daß die hydraulisch-mechanische Vorrichtung ein Gehäuse mit einer axialen Durchlaßbohrung und einer ersten Ausnehmung aufweist, in der ein erster Ventilkörper mit einer zweiten Ausnehmung axial verschiebbar angeordnet ist, in der ein zweiter Ventilkörper mit der Drosselbohrung axial verschiebbar angeordnet ist, wobei in der ersten Ausnehmung ein erstes Federelement, das sich an dem ersten Ventilkörper und dem Gehäuse abstützt, und in der zweiten Ausnehmung ein zweites Federelement, das sich an dem zweiten Ventilkörper und dem ersten Ventilkörper abstützt, angeordnet ist, und wobei an dem Gehäuse in einem axialen Abstand zu dem zweiten Ventilkörper ein Anschlag ausgebildet ist.

Der erste Ventilkörper wird durch das erste Federelement in Richtung der Pumpeneinheit gedrückt. Der zweite Ventilkörper wird durch das zweite Federelement in Richtung der Einspritzdüse gegen einen Ventilsitz, der in dem ersten Ventilkörper ausgebildet ist, gedrückt. Das Ventil ist geschlossen. Der Kraftstoff in der Hochdruckleitung kann lediglich durch die Drosselbohrung durch die hydraulischmechanische Vorrichtung zu der Einspritzdüse strömen.

Der erste Ventilkörper ist in der ersten Ausnehmung entgegen der Kraft des ersten Federelements mitsamt dem zweiten Ventilkörper in Richtung der Einspritzdüse axial verschiebbar. Sobald der erste Ventilkörper über den axialen Abstand zwischen dem zweiten Ventilkörper und dem Anschlag am Gehäuse hinaus axial verschoben wird, wird der zweite Ventilkörper durch den Anschlag entgegen der Kraft des zweiten Federelements von dem Ventilsitz abgehoben und das Ventil ist geöffnet. Der Kraftstoff in der Hochdruckleitung kann nun durch die Drosselbohrung und durch den geöffneten Ventilsitz durch die hydraulischmechanische Vorrichtung zu der Einspritzdüse strömen.

Vorteilhafterweise ist das erste Federelement als eine Druckfeder und/oder das zweite Federelement als eine Druckfeder ausgebildet. Alternativ ist es jedoch auch möglich, die Federelemente alternativ als Zugfedern auszubilden.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist der erste Ventilkörper durch einen hohen Einspritzdruck in der Hochdruckleitung entgegen der Kraft des ersten Federelements um den axialen Abstand in die Richtung der Einspritzdüse verschiebbar und ist dann entgegen der Kraft des ersten und des zweiten Federelements verschiebbar.

Die hydraulisch-mechanische Vorrichtung ist vorzugsweise in der Hochdruckleitung klemmend befestigt. Um hydraulischmechanische Vorrichtung in der Hochdruckleitung anzubringen, muß einfach die Hochdruckleitung an einer bestimmten Stelle durchtrennt werden. Die Vorrichtung wird dann klemmend mit den Enden der aufgetrennten

Hochdruckleitung verbunden. Die Klemmverbindungen können bei Bedarf zusätzlich gesichert werden, bspw. durch Klebstoff, einen Sicherungsring oder einen Spannring.

Die vorliegende Erfindung betrifft auch Mittel zur Erzeugung einer Voreinspritzung bei Pumpe-Leitung-Düse-Vorrichtungen zur Kraftstoffzufuhr in einen Verbrennungsraum einer direkteinspritzenden Verbrennungskraftmaschine mit einer Pumpeneinheit zum Aufbau eines Einspritzdrucks und zum Einspritzen des Kraftstoffs in den Verbrennungsraum mittels einer mit der Pumpeneinheit über eine Hochdruckleitung verbundenen Einspritzdüse.

Um mit möglichst einfachen Mitteln eine Voreinspritzung, insbesondere eine Boot-Injection, zu ermöglichen, schlägt die Erfindung vor, dass die Mittel in der Hochdruckleitung zwischen der Pumpeneinheit und der Einspritzdüse angeordnet sind.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung werden die Mittel als eine hydraulisch-mechanische Vorrichtung ausgebildet.

Die vorliegende Erfindung betrifft außerdem ein Verfahren zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Verbrennungsraum einer direkteinspritzenden Verbrennungskraftmaschine mittels einer Pumpe-Leitung-Düse-Vorrichtung mit einer Pumpeneinheit zum Aufbau eines Einspritzdrucks und zum Einspritzen des Kraftstoffs in den Verbrennungsraum mittels einer mit der Pumpeneinheit über eine Hochdruckleitung verbundenen Einspritzdüse, wobei im Rahmen einer Voreinspritzung vor der eigentlichen Haupteinspritzung eine geringe Menge Kraftstoff eingespritzt wird.

Um mit möglichst einfachen Mitteln eine Voreinspritzung, insbesondere eine Boot-Injection, zu ermöglichen, schlägt die Erfindung vor, dass die Voreinspritzung in der Hochdruckleitung zwischen Pumpeneinheit und Einspritzdüse erzeugt wird.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die Voreinspritzung auf hydraulisch-mechanischem Weg erzeugt.

Eine bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Pumpe-Leitung-Düse-Systems wird nachfolgend anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

**Fig. 1** eine hydraulisch-mechanische Vorrichtung eines PLD-Systems mit geschlossenem Ventil;

**Fig. 2** die hydraulisch-mechanische Vorrichtung aus **Fig. 1** mit geöffnetem Ventil; und

**Fig. 3** den Verlauf der Einspritzmenge der erfindungsgemäßen PLD-Vorrichtung.

In **Fig. 1** ist eine hydraulisch-mechanische Vorrichtung in ihrer Gesamtheit mit dem Bezeichnen **1** gekennzeichnet. Eine solche Vorrichtung **1** ist Bestandteil einer erfindungsgemäßen Pumpe-Leitung-Düse-Vorrichtung zur Kraftstoffzufuhr in einen Verbrennungsraum von direkt eingespritzten Verbrennungskraftmaschinen. Das PLD-System weist auf einer Pumpenseite **2** eine Pumpeneinheit zum Aufbau eines Einspritzdrucks (nicht dargestellt) und auf einer Düsenseite **3** eine mit der Pumpeneinheit über eine Hochdruckleitung **3** verbundene Einspritzdüse (nicht dargestellt) auf. Der Kraftstoff wird mittels der Einspritzdüse in den Verbrennungsraum eingespritzt.

Die hydraulisch-mechanische Vorrichtung **1** ist in der Hochdruckleitung **3** angeordnet. Sie ermöglicht vor der eigentlichen Haupteinspritzung das Einspritzen einer gerin- gen Menge Kraftstoff in den Verbrennungsraum. Sie weist ein Gehäuse **5** mit einer axialen Durchlassbohrung **6** und ei- ner ersten Ausnehmung **7** auf. In der ersten Ausnehmung **7** ist ein erster Ventilkörper **8** mit einer zweiten Ausnehmung **9** axial verschiebbar angeordnet. In der zweiten Ausnehmung **9** ist ein zweiter Ventilkörper **10** mit einer Drosselbohrung **11** axial verschiebbar angeordnet. In der ersten Aus-

nehmung 7 ist ein erstes Federelement 12 angeordnet, das sich an dem ersten Ventilkörper 8 und dem Gehäuse 5 abstützt. In der zweiten Ausnehmung 9 ist ein zweites Federelement 13, das sich an dem zweiten Ventilkörper 10 und dem ersten Ventilkörper 8 abstützt, angeordnet. An dem Gehäuse 5 ist in einem axialen Abstand  $h_1$  zu dem zweiten Ventilkörper 10 ein Anschlag 14 ausgebildet.

Der erste Ventilkörper 8 wird durch das erste Federelement 12 in Richtung der Pumpeneinheit gedrückt. Der zweite Ventilkörper 10 wird durch das zweite Federelement 13 in Richtung der Einspritzdüse gegen einen Ventilsitz 15, der in dem ersten Ventilkörper 8 ausgebildet ist, gedrückt. Das Ventil ist geschlossen. Der Kraftstoff in der Hochdruckleitung 3 kann lediglich durch die Drosselbohrung 11 durch die hydraulisch-mechanische Vorrichtung 1 zu der Einspritzdüse strömen.

In Fig. 2 ist die hydraulisch-mechanische Vorrichtung 1 mit geöffnetem Ventil dargestellt. In Fig. 2 werden für übereinstimmende Bauteile die gleichen Bezugszeichen verwendet. Der erste Ventilkörper 8 ist in der ersten Ausnehmung 7 entgegen der Kraft des ersten Federelements 12 mitsamt dem zweiten Ventilkörper 10 in Richtung der Einspritzdüse axial verschiebbar. Sobald der erste Ventilkörper 8 über den axialen Abstand  $h_1$  zwischen dem zweiten Ventilkörper 10 und dem Anschlag 14 hinaus axial verschoben wird, wird der zweite Ventilkörper 10 durch den Anschlag 14 entgegen der Kraft des zweiten Federelements 13 und dem Hub  $h_2$  von dem Ventilsitz 15 abgehoben, und das Ventil ist geöffnet. Der Kraftstoff in der Hochdruckleitung 3 kann nun durch die Drosselbohrung 11 und durch den geöffneten Ventilsitz 15 durch die hydraulisch-mechanische Vorrichtung zu der Einspritzdüse strömen.

Durch den zweistufigen Anstieg der Einspritzmenge wird verhindert, dass es aufgrund eines abrupten Anstiegs der Einspritzmenge zu Beginn des Einspritzvorgangs im Druckverlauf zu großen Druckspitzen kommt. Der erste Ventilkörper 8 wird durch einen hohen Einspritzdruck in der Hochdruckleitung 3 entgegen der Kraft des ersten Federelements 12 um den axialen Abstand  $h_1$  in die Richtung der Einspritzdüse verschoben. Sobald der Einspritzdruck einen bestimmten Wert übersteigt, wird der erste Ventilkörper 8 entgegen der Kraft des ersten Federelements 12 und des zweiten Federelements 13 um den Hub  $h_2$  verschoben.

Nach der eigentlichen Haupteinspritzung baut sich der Einspritzdruck über die Drosselbohrung 11 und den geöffneten Ventilsitz 15 der hydraulisch-mechanischen Vorrichtung 1 ab.

Das erste Federelement 12 und das zweite Federelement 13 sind beide als Druckfedern ausgebildet. Die hydraulisch-mechanische Vorrichtung 1 ist in der Hochdruckleitung 3 mittels Klemmverbindungen befestigt. Die Klemmverbindungen können bei Bedarf zusätzlich gesichert werden, beispielsweise durch Klebstoff, einen Sicherungsring oder einen Spannring.

In Fig. 3 ist der Verlauf der Einspritzmenge  $q_1$  in einem Diagramm über der Zeit  $t$  aufgetragen. Ein Anstieg des Einspritzdrucks in der Hochdruckleitung 3 zum Zeitpunkt  $t_0$  führt auch zu einem Anstieg der Durchflussmenge  $q_{\text{ein}}$  durch die hydraulisch-mechanische Vorrichtung 1. Vom Zeitpunkt  $t_0$  bis zum Zeitpunkt  $t_1$  ist der Ventilsitz 15 in der Vorrichtung 1 geschlossen, so dass die gesamte Durchflussmenge  $q_{\text{ein}}$  durch die Drosselbohrung 11 strömt. Von dem Zeitpunkt  $t_0$  an wird der erste Ventilkörper 8 entgegen der Kraft des ersten Federelements 12 in Richtung Einspritzdüse verschoben bis er nach dem Hub  $h_1$  zum Zeitpunkt  $t_1$  den Anschlag 14 erreicht. Bis zum Erreichen des Öffnungsdrucks des Ventilkörpers 10 bleibt die Durchflussmenge  $q_{\text{ein}}$  konstant. Ein weiterer Anstieg des Einspritzdrucks führt nun dazu, dass

der erste Ventilkörper 8 weiter in Richtung Einspritzdüse 4 verschoben wird und dass gleichzeitig der zweite Ventilkörper 10 in Richtung der Pumpeneinheit 2 verschoben wird. Dadurch wird der Ventilsitz 15 zwischen dem ersten Ventilkörper 8 und dem zweiten Ventilkörper 10 geöffnet und die Durchflussmenge  $q_{\text{ein}}$  kann außer durch die Drosselbohrung 11 nun auch durch den geöffneten Ventilsitz 15 durch die Vorrichtung 1 strömen, bis zum Zeitpunkt  $t_2$  nach dem Hub  $h_3 = h_1 + h_2$  die maximale Durchflussmenge  $q_2$  erreicht ist.

Vom Zeitpunkt  $t_2$  wird die Vorrichtung 1 von der maximalen Durchflussmenge  $q_2$  durchströmt, bis zum Zeitpunkt  $t_3$  die gewünschte Kraftstoffmenge in den Verbrennungsraum eingespritzt worden ist und die hydraulisch-mechanische Vorrichtung 1 wieder geschlossen wird.

Zum Schließen der hydraulisch-mechanischen Vorrichtung 1 wird der Einspritzdruck über die Einspritzdüse 4 abgebaut und durch die Pumpeneinheit 2 heruntergefahren. Dadurch entsteht auf der Pumpenseite 2 der Vorrichtung 1 ein geringerer Druck als auf der Düsenseite 4. Der erste Ventilkörper 8 wird aufgrund dieser Druckdifferenz schlagartig zurückgefahren, bis er auf einen Anschlag 17 des Gehäuses 5 trifft. Der zweite Ventilkörper 10 bleibt aufgrund der Druckdifferenz weiter in der zurückgefahrenen Stellung, so dass der Druck auf der Düsenseite 4 der Vorrichtung 1 über den geöffneten Ventilsitz 15 und die Drosselbohrung 11 rasch abgebaut werden kann und der Verlauf der Durchflussmenge  $q_{\text{ein}}$  nach dem Zeitpunkt  $t_3$  steil auf den Wert 0 abfällt. Der Bewegungsimpuls zum Schließen der Vorrichtung 1 wird durch das erste Federelement 12 unterstützt.

#### Patentansprüche

1. Pumpe-Leitung-Düse-Vorrichtung zur Kraftstoffzufuhr in einen Verbrennungsraum einer direkteinspritzenden Verbrennungskraftmaschine mit einer Pumpeneinheit zum Aufbau eines Einspritzdrucks und zum Einspritzen des Kraftstoffs in den Verbrennungsraum mittels einer mit der Pumpeneinheit über eine Hochdruckleitung (3) verbundenen Einspritzdüse, **dadurch gekennzeichnet**, daß in der Hochdruckleitung (3) zwischen der Pumpeneinheit und der Einspritzdüse Mittel angeordnet sind, die vor der eigentlichen Haupteinspritzung das Einspritzen einer geringen Menge Kraftstoff ermöglichen.
2. Pumpe-Leitung-Düse-Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittel als eine hydraulisch-mechanische Vorrichtung (1) ausgebildet sind.
3. Pumpe-Leitung-Düse-Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß beim Aufbau eines Einspritzdrucks in der Hochdruckleitung (3) vor der hydraulisch-mechanischen Vorrichtung (1) die Durchflussmenge des Kraftstoffs durch die Vorrichtung (1) zweistufig ansteigt.
4. Pumpe-Leitung-Düse-Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die hydraulisch-mechanische Vorrichtung (1) eine Drosselbohrung (11) aufweist, durch die der Kraftstoff in einer ersten Stufe bei einem niedrigen Einspritzdruck strömt, daß parallel zu der Drosselbohrung (11) in der hydraulisch-mechanischen Vorrichtung ein Ventil angeordnet ist, und daß der Kraftstoff in einer zweiten Stufe bei einem hohen Einspritzdruck durch die Drosselbohrung (11) und durch den geöffneten Ventilsitz (15) strömt.
5. Pumpe-Leitung-Düse-Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß sich der Einspritzdruck nach der eigentlichen Haupteinspritzung über die Drosselbohrung (11) und den geöffneten Ventilsitz (15) der

hydraulischmechanischen Vorrichtung (1) abbaut.

6. Pumpe-Leitung-Düse-Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die hydraulisch-mechanische Vorrichtung (1) ein Gehäuse (5) mit einer axialen Durchlaßbohrung (6) und einer ersten Ausnehmung (7) aufweist, in der ein erster Ventilkörper (8) mit einer zweiten Ausnehmung (9) axial verschiebbar angeordnet ist, in der ein zweiter Ventilkörper (10) mit der Drosselbohrung (11) axial verschiebbar angeordnet ist, wobei in der ersten Ausnehmung (7) ein erstes Federelement (12), das sich an dem ersten Ventilkörper (8) und dem Gehäuse (5) abstützt, und in der zweiten Ausnehmung (9) ein zweites Federelement (13), das sich an dem zweiten Ventilkörper (10) und dem ersten Ventilkörper (8) abstützt, angeordnet ist, und wobei an dem Gehäuse (5) in einem axialen Abstand zu dem zweiten Ventilkörper (10) ein Anschlag (14) ausgebildet ist.

7. Pumpe-Leitung-Düse-Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das erste Federelement (12) als eine Druckfeder ausgebildet ist.

8. Pumpe-Leitung-Düse-Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite Federelement (13) als eine Druckfeder ausgebildet ist.

9. Pumpe-Leitung-Düse System nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Ventilkörper (8) durch einen hohen Einspritzdruck in der Hochdruckleitung (3) entgegen der Kraft des ersten Federelements (12) um den axialen Abstand in die Richtung der Einspritzdüse verschiebbar ist und dann entgegen der Kraft des ersten Federelements (12) und des zweiten Federelements (13) verschiebbar ist.

10. Pumpe-Leitung-Düse-Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die hydraulisch-mechanische Vorrichtung (1) in der Hochdruckleitung (3) klemmend befestigt ist.

11. Mittel zur Erzeugung einer Voreinspritzung bei Pumpe-Leitung-Düse-Vorrichtungen zur Kraftstoffzufuhr in einem Verbrennungsraum einer direkteinspritzenden Verbrennungskraftmaschine mit einer Pumpeneinheit zum Aufbau eines Einspritzdrucks und zum Einspritzen des Kraftstoffs in den Verbrennungsraum mittels einer mit der Pumpeneinheit über eine Hochdruckleitung (3) verbundenen Einspritzdüse, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel in der Hochdruckleitung zwischen der Pumpeneinheit und der Einspritzdüse angeordnet sind.

12. Mittel nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass sie als eine hydraulisch-mechanische Vorrichtung (1) ausgebildet sind.

13. Verfahren zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Verbrennungsraum einer direkteinspritzenden Verbrennungskraftmaschine mittels einer Pumpe-Leitung-Düse-Vorrichtung mit einer Pumpeneinheit zum Aufbau eines Einspritzdrucks und zum Einspritzen des Kraftstoffs in den Verbrennungsraum mittels einer mit der Pumpeneinheit über eine Hochdruckleitung (3) verbundenen Einspritzdüse, wobei im Rahmen einer Voreinspritzung vor der eigentlichen Haupt einspritzung eine geringe Menge Kraftstoff eingespritzt wird, dadurch gekennzeichnet, dass die Voreinspritzung in der Hochdruckleitung (3) zwischen Pumpeneinheit und Einspritzdüse erzeugt wird.

14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Voreinspritzung auf hydraulisch-me-

chanischem Wege erzeugt wird.

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

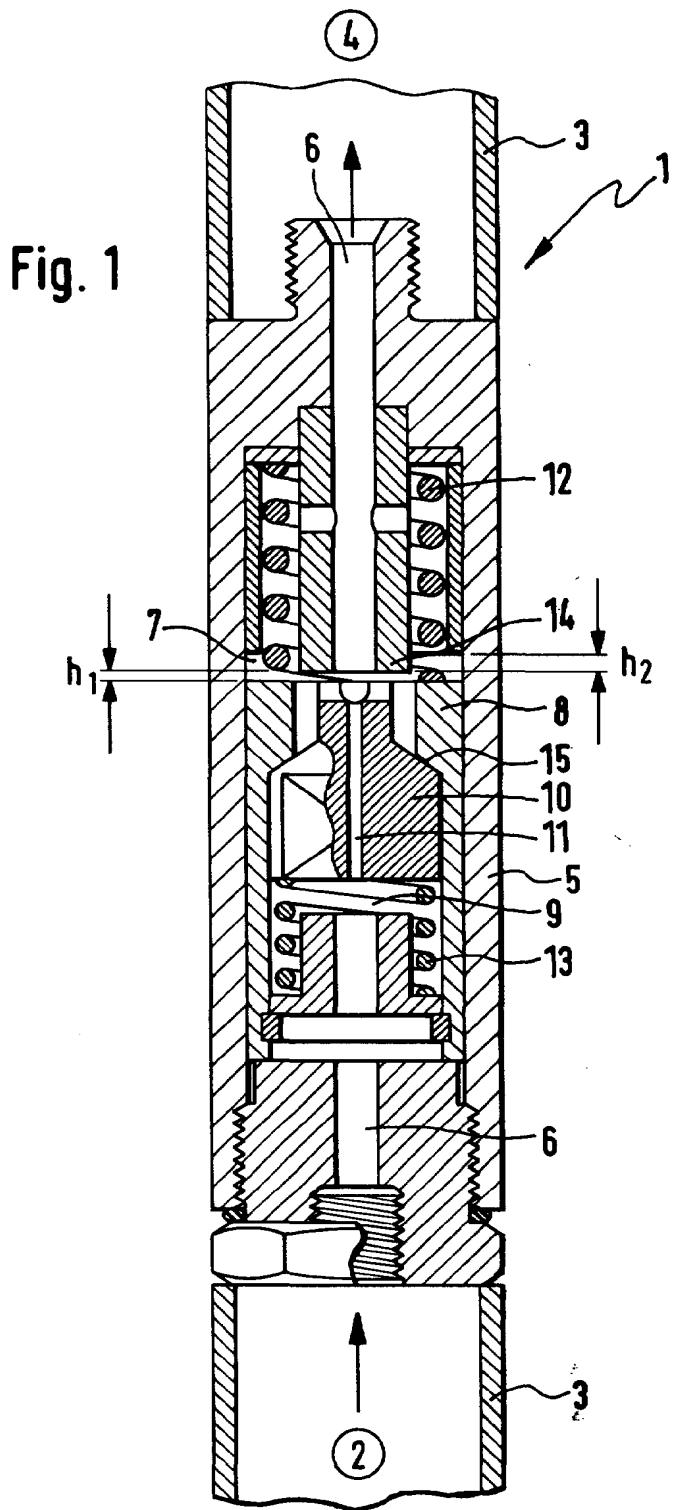
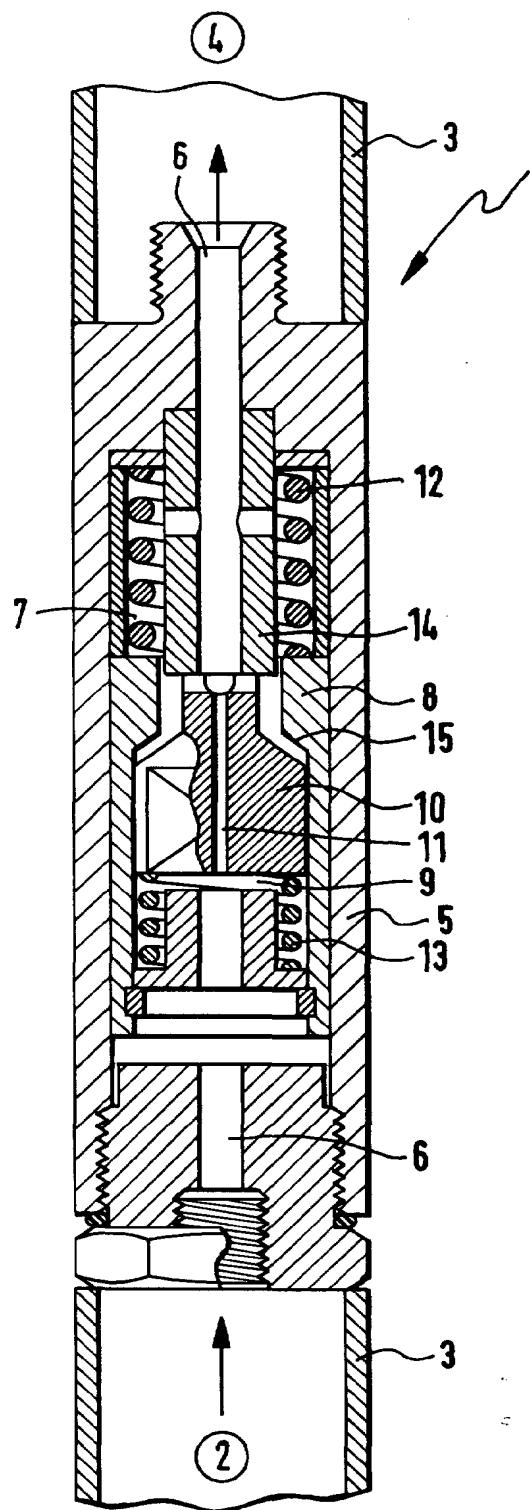


Fig. 2



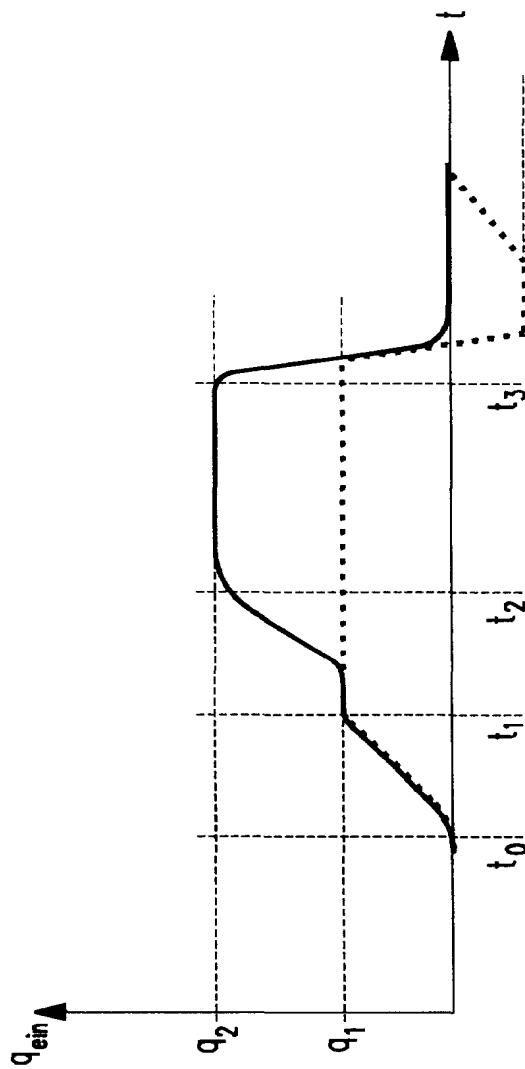


Fig. 3